

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-043840

(43)Date of publication of application : 16.02.1996

(51)Int.Cl.

G02F 1/1343

H01B 5/14

H01L 21/28

(21)Application number : 06-194690

(71)Applicant : TOPPAN PRINTING CO LTD

(22)Date of filing : 27.07.1994

(72)Inventor : FUKUYOSHI KENZO

KIMURA YUKIHIRO

## (54) ELECTRODE PLATE FOR DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an electrode plate for a display device having transparent electrodes which are thin films adequately utilized for display of a broad screen with high quality and have a high electrical conductivity.

CONSTITUTION: The main part of this electrode plate for the display device is composed of a glass substrate 11 and the transparent electrodes 12 consisting of three-layered films laminated with thin films 12a and 12c of a high carrier concn. which consists essentially of indium oxide and is formed by adding 10wt.% tin oxide as a dopant into this indium oxide and a thin film 12b of high carrier mobility which consists essentially of indium oxide and is formed by adding 0.3wt.% tin oxide as a dopant into the indium oxide adjacently to each other. The three-layered films act on each other in the transparent electrodes 12 and, therefore, the specific resistance and area resistance are decreased as a whole. Consequently, the high electrical conductivity is obt'd. regardless of the thin films.



**\* NOTICES \***

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1]In an electrode plate for displays provided with a transparent electrode constituted with a transparent conducting film on a substrate, An electrode plate for displays, wherein the above-mentioned transparent conducting film is constituted with a bilayer film or a multilayer film of a high career high mobility thin film of carrier mobility, and a career high concentration thin film with high carrier concentration which adjoined mutually and was laminated.

[Claim 2]The electrode plate for displays according to claim 1, wherein carrier mobility of the above-mentioned career high mobility thin film is more than  $60\text{-cm}^2/\text{V-sec}$  and carrier concentration of the above-mentioned career high concentration thin film is more than  $9 \times 10^{20}\text{-cm}^{-3}$ .

[Claim 3]The electrode plate for displays according to claim 1 or 2, wherein the above-mentioned transparent conducting film is constituted with an indium oxide thin film which added a dopant.

[Claim 4]The electrode plate for displays according to claim 3, wherein the above-mentioned dopant is tin oxide.

[Claim 5]The electrode plate for displays according to claim 3, wherein the above-mentioned dopant is zirconium oxide.

[Claim 6]The electrode plate for displays according to claim 3, wherein the above-mentioned dopant is oxidation hafnium.

[Claim 7]The electrode plate for displays according to claim 3, wherein the above-mentioned dopant is titanium oxide.

[Claim 8]The above-mentioned career high mobility thin film is constituted by indium oxide thin film which added a dopant zero to 3% of the weight, The electrode plate for displays according to any one of claims 1 to 7, wherein the above-mentioned career high concentration thin film is constituted with an indium oxide thin film which added a dopant 4% of the weight or more.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention relates to the electrode plate for displays used for a liquid crystal display, an input/output device, etc., and relates to improvement of the electrode plate for displays provided with the transparent electrode which moreover has high conductivity with a thin film especially.

[0002]

[Description of the Prior Art]The electrode plate with which the transparent electrode which penetrates visible light was provided on substrates, such as glass and a plastic film, is widely used for the input/output device which carries out a direct entry from the display screen of the electrode for a display of various displays, such as a liquid crystal display, or this display.

[0003]For example, the transparent electrode plate of the display device with which the liquid crystal was used, Color filter layer b which is provided in the pixel part on glass substrate a and this glass substrate a, and colors that transmitted light red, green, and blue for every pixel, respectively as shown in drawing 4, The light-shielding film c which is provided in the part (part between pixels) between the pixels on the above-mentioned glass substrate a, and prevents the light transmission from this part. That principal part comprises the orienting film f formed on the transparent electrode e formed on the protective layer d provided all over the above-mentioned color filter layer b, and this protective layer d, and this transparent electrode e. And the above-mentioned transparent electrode e is constituted by the transparent conducting film which was patterned after the predetermined pattern and formed.

[0004]As this transparent conducting film, the ITO thin film which added tin oxide as a dopant in indium oxide is widely used paying attention to that high conductivity, How (the substrate-heating forming-membranes method) to carry out vacuum film formation by sputtering process, and form at the formation method on glass substrate a heated by not less than 200 \*\* high temperature, The method (annealing method after low-temperature membrane formation) of carrying out afterbaking annealing and forming which carried out vacuum film formation by sputtering process on glass substrate a held at low temperature 150 \*\* or less is known.

[0005]In order to improve the etching fitness of this ITO thin film, what formed the ITO thin film and the indium oxide thin film using the above-mentioned substrate-heating forming-membranes method, and was used as the transparent conducting film of multilayer structure (JP,4-58225,A) is known.

[0006]In addition, although the tin oxide thin film, the thin film (Nesa membrane) constituted by this tin oxide by adding antimony oxide, the thin film constituted by the zinc oxide by adding an aluminum oxide, etc. are known, The conductivity is inferior to the above-mentioned ITO thin film or the above-mentioned transparent conducting film of multilayer structure in each of these, and since chemical resistance or a water resisting property to acid, alkali, etc., etc. is insufficient, generally they has not spread.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]By the way, in the above-mentioned display device or a display input device, In recent years, it is required that increasing picture element density and

displaying a precise screen should be called for, and eburnation of the above-mentioned transparent electrode pattern should be demanded in connection with this, for example, the terminal area of the above-mentioned transparent electrode should be constituted from a pitch which is about 100 micrometers. In the method (GOG) with which direct continuation of the IC for a liquid crystal drive is carried out to a substrate in an LCD device, there is a portion from which leading about of wiring serves as a small-gage wire of 20-50 micrometers in width, and the advanced etching processing fitness which is not in the former is demanded.

[0008]In order to also call for enlargement of the display screen on the other hand, to form the transparent electrode of a precise pattern which was mentioned above about such a big screen and to be able to impress sufficient driver voltage for a liquid crystal moreover, the transparent conducting film provided with conductivity high as the above-mentioned transparent electrode needed to be applied.

[0009]Generally the conductivity of this transparent conducting film is expressed with sheet resistivity ( $\omega$ /\*\*) (sheet resistivity is a reciprocal of area conductivity), for example, low sheet resistivity called 5ohms / \*\* grade is demanded as that value. This sheet resistivity is expressed with the value which broke above-mentioned specific resistance by thickness of the transparent conducting film.

[0010]And by the product of conductivity (conductivity is expressed with the reciprocal of the above-mentioned specific resistance), and thickness, the area conductivity of the above-mentioned transparent conducting film is expressed, and this conductivity  $\sigma$  ( $\omega^{-1}$  and  $\text{cm}^{-1}$ ). It is expressed by the product of the mobility  $\mu$  ( $\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ ) of the electric charge  $e$  (coulomb) which the career (an electron or an electron hole) contained in a film has, and this career, and the concentration  $n$  of a career ( $\text{cm}^{-3}$ ).

[0011]

$$\sigma(\omega^{-1} \text{ and } \text{cm}^{-1}) = e \cdot \mu \cdot n \quad (1)$$

Therefore, what is necessary is just to increase either or the both sides of the mobility  $\mu$  ( $\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ ) or the concentration  $n$  of a career ( $\text{cm}^{-3}$ ), in order to raise the conductivity of the above-mentioned transparent conducting film and to reduce that specific resistance and sheet resistivity from this (1) type.

[0012]And in the ITO thin film currently used widely as the above-mentioned transparent conducting film, From participating in generation of the electron whose tin oxide is a dopant of indium oxide and in which this dopant is a career as mentioned above. It is expected that the concentration  $n$  of a career ( $\text{cm}^{-3}$ ) will increase if the quantity of the above-mentioned tin oxide is made to increase, conductivity and area conductivity increase in connection with this, and sheet resistivity decreases.

[0013]About the ITO thin film of 280 nm of thickness formed using the annealing method after low-temperature membrane formation, make the addition of the above-mentioned tin oxide change it, and However, the specific resistance ( $\text{ohm}\cdot\text{cm}$ ), Carrier mobility  $\mu$  ( $\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ ), carrier concentration  $n$  ( $\text{cm}^{-3}$ ). And when sheet resistivity ( $\omega$ /\*\*) was measured, as shown in the following table 1, when the addition of tin oxide exceeded 5 % of the weight, the specific resistance of the ITO thin film became an approximately regulated value (about  $2.4 \times 10^{-4} \omega\cdot\text{cm}$ ), and even if it made the addition of tin oxide increase by more than this, the fall of specific resistance was not seen. Although this reason is unknown, The ion radius of Sn (tin) is about 0.74 Å to the ion radius of In (indium) being about 0.92 Å. Since distortion of an indium oxide crystal becomes large with the increase in the tin oxide added from the difference of both ion radius being large, that to which a crystal defect increases, it originates in this, and the above-mentioned mobility  $\mu$  ( $\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ ) is falling is conjectured.

[0014]

[Table 1]

酸化錫添加量 (重量%)	キャリア濃度 ( $\text{cm}^{-3}$ )	キャリア移動度 ( $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ )	比抵抗 ( $\Omega \cdot \text{cm}$ )	面抵抗 ( $\Omega/\square$ )
0	$2.38 \times 10^{20}$	96.1	$2.73 \times 10^{-4}$	9.75
0.3	$3.20 \times 10^{20}$	85.5	$2.28 \times 10^{-4}$	8.14
5.0	$7.49 \times 10^{20}$	34.2	$2.44 \times 10^{-4}$	8.71
7.5	$9.49 \times 10^{20}$	29.1	$2.26 \times 10^{-4}$	8.07
10.0	$9.51 \times 10^{20}$	27.1	$2.43 \times 10^{-4}$	8.68

[0015] And since the specific resistance of an ITO thin film does not fall from  $2.4 \times 10^{-4}$   $\Omega \cdot \text{cm}$  about from the result mentioned above even if it changes the concentration of tin oxide, in order to obtain the ITO thin film which has the sheet resistivity about 5ohms / \*\*, it is necessary to set the thickness as not less than 300 nm.

[0016] However, in the LCD device which uses a STN (supertwisted nematic) liquid crystal, As shown in drawing 4, it is necessary to form the orienting film f for carrying out orientation of the liquid crystal on the transparent electrode e. When the thickness of the above-mentioned ITO thin film is set as about 300 nm, this ITO thin film is patterned and the transparent electrode e is formed. Since the level difference of about 300 nm will be produced by the part where this ITO thin film exists, and the part not existing and unevenness of about 300 nm will be formed in the orienting film f surface in connection with this, there was a problem the orientation defect called a domain becomes easy to produce.

[0017] The transparent conducting film of the multilayer structure indicated to above-mentioned JP,4-58225,A is formed using the substrate-heating forming-membranes method, and This sake, As shown in Table 2, the carrier mobility of an indium oxide thin film is small, and only the thin film of the large specific resistance which is a  $15 - 20 \times 10^{-4}$   $\Omega \cdot \text{cm}$  grade is obtained.

[0018]

[Table 2]

基板温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	アニーリング温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	キャリア濃度 ( $\text{cm}^{-3}$ )	キャリア移動度 ( $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ )	比抵抗 ( $\Omega \cdot \text{cm}$ )
室温	220	$2.38 \times 10^{20}$	96.1	$2.73 \times 10^{-4}$
200	アニーリングなし	$1.13 \times 10^{20}$	27.3	$20.3 \times 10^{-4}$
220	アニーリングなし	$1.02 \times 10^{20}$	39.2	$15.6 \times 10^{-4}$

[0019] This invention was made paying attention to such a problem, and there is a place made into the technical problem in providing the electrode plate for displays provided with the transparent electrode which moreover has high conductivity with a thin film.

[0020]

[Means for Solving the Problem] Then, in order to attain such a purpose, when this invention person etc. repeated research wholeheartedly, it came to make the following technical discovery. Namely, laminate two transparent conducting films in which carrier concentration  $n$  ( $\text{cm}^{-3}$ ) differs both from carrier mobility  $\mu$  ( $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ ) so that it may adjoin mutually, and a two-layer transparent electrode is formed, A place which changed material and was respectively measured

about conductivity of this two-layer transparent electrode, Carrier mobility  $\mu_m$  ( $\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ ) of transparent conducting film (M) of one of these is large enough compared with carrier mobility  $\mu_o$  of a transparent conducting film (C) of another side, Carrier concentration  $n_o$  ( $\text{cm}^{-3}$ ) of a transparent conducting film (C) of another side compared with carrier concentration  $n_m$  of above-mentioned one transparent conducting film (M) And when large enough, Conductivity  $\sigma_m$  ( $\text{ohm}^{-1}$  and  $\text{cm}^{-1}$ ) of the whole transparent electrode Conductivity  $\sigma_m = e\mu_m n_m$  and  $n_m$  of each transparent conducting film simple substance, And also when it became large and a multilayer more than two-layer moreover constituted the above-mentioned transparent electrode from any of  $\sigma_m = e\mu_o n_o$  and  $n_o$ , it was able to discover becoming large similarly.

[0021] This invention is made based on such technical discovery.

[0022] Namely, an invention concerning claim 1 is premised on an electrode plate for displays provided with a transparent electrode constituted with a transparent conducting film on a substrate, The above-mentioned transparent conducting film is constituted by a bilayer film or a multilayer film of a high career high mobility thin film of carrier mobility, and a career high concentration thin film with high carrier concentration which adjoined mutually and was laminated.

[0023] And according to the electrode plate for displays concerning this claim 1, it comprises a bilayer film or a multilayer film of a high career high mobility thin film of carrier mobility, and a career high concentration thin film with high carrier concentration which that transparent electrode adjoined mutually and was laminated, In order that each thin film of the above-mentioned bilayer film or a multilayer film may act each other mutually, it becomes possible to decrease the specific resistance and sheet resistivity as a whole.

[0024] Next, in order to make it correspond to densification of the latest display and to form a transparent electrode of a precise pattern. It is desirable for the above-mentioned career high mobility thin film to have the carrier mobility more than  $60\text{-cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ , and for the above-mentioned career high concentration thin film to have the carrier concentration more than  $9 \times 10^{20}\text{cm}^{-3}$ .

[0025] An invention concerning claim 2 is made from such a reason for technical.

[0026] Namely, an invention concerning claim 2 is premised on an electrode plate for displays concerning the invention according to claim 1, Carrier mobility of the above-mentioned career high mobility thin film is more than  $60\text{-cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ , and it is characterized by carrier concentration of the above-mentioned career high concentration thin film being more than  $9 \times 10^{20}\text{cm}^{-3}$ .

[0027] Here, metallic compounds in which a dopant is not added as a career high mobility thin film in an invention concerning claim 1 or 2, or a little dopants were added can constitute this. As for this career high mobility thin film, it is preferred to form membranes with the above-mentioned annealing method after low-temperature membrane formation. That is, it is because it becomes difficult to increase carrier mobility when membranes are formed using the substrate-heating forming-membranes method.

[0028] About the above-mentioned career high concentration thin film, this can be constituted with metallic compounds in which comparatively a lot of dopants were added.

[0029] And as metallic compounds which constitute the principal part of the above-mentioned career high mobility thin film or a career high concentration thin film, metallic compounds, such as indium oxide, titanium nitride, zirconium nitride, a zinc oxide, tin oxide, and rhenium oxide, can be applied, and it is indium oxide preferably.

[0030] As a dopant, a compound of metal in which a metal atom in the above-mentioned metallic compounds differs from a valence is applicable. For example, when the above-mentioned metallic compounds are indium oxide. Tin, a zirconium, titanium, germanium with which this indium atom differs from a valence, A compound of metal, such as lead, antimony, hafnium, magnesium, a scandium, yttrium, a lanthanum, cerium, praseodymium, neodymium, samarium, thallium, bismuth,

vanadium, niobium, and tantalum, can be illustrated. And as an example of a compound of this metal, Tin oxide, zirconium oxide, titanium oxide, a germanium dioxide, lead oxide, Antimony oxide, oxidation hafnium, magnesium oxide scandium oxide, Metallic oxides, such as yttrium oxide, a lanthanum trioxide, cerium oxide, praseodymium oxide, neodymium oxide, samarium oxide, thallium oxide, bismuth oxide, vanadium oxide, niobium oxide, and tantalum oxide, are mentioned. When the above-mentioned metallic compounds are indium oxide, it adds to this indium oxide in large quantities and carrier concentration is made to increase to it, tin oxide can be illustrated as a dopant with comparatively few falls of carrier mobility. As a dopant which is hard to produce a fall of carrier concentration by adding in very small quantities to the above-mentioned indium oxide on the other hand, Zirconium oxide, titanium oxide, a germanium dioxide, lead oxide, antimony oxide, oxidation hafnium, magnesium oxide, etc. besides the above-mentioned tin oxide can be illustrated, and tin oxide, zirconium oxide, oxidation hafnium, and titanium oxide can apply preferably especially. It is also possible to constitute the above-mentioned career high mobility thin film with metallic compounds which do not add such a dopant.

[0031] And when metallic compounds are made into indium oxide, in order to obtain carrier concentration more than  $9 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ , it is necessary to add a dopant 4% of the weight or more.

On the other hand, in order to obtain carrier mobility more than  $60\text{-cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ , even if it is a case where did not add a dopant or it adds, it is desirable to hold down to 3 or less % of the weight of a minute amount.

[0032] An invention concerning claims 3-8 is made based on such a reason for technical.

[0033] Namely, an invention concerning claim 3 is premised on an electrode plate for displays concerning the invention according to claim 1 or 2. An invention where the above-mentioned transparent conducting film is characterized by being constituted with an indium oxide thin film which added a dopant and which requires it for claim 4 is characterized by the above-mentioned dopant being tin oxide a premise [an electrode plate for displays concerning the invention according to claim 3].

[0034] On the other hand, an invention concerning claim 5 is premised on an electrode plate for displays concerning the invention according to claim 3. An invention which is characterized by the above-mentioned dopant being zirconium oxide, and relates to claim 6. An invention which is characterized by the above-mentioned dopant being oxidation hafnium a premise [an electrode plate for displays concerning the invention according to claim 3], and relates to claim 7. It is characterized by the above-mentioned dopant being titanium oxide a premise [an electrode plate for displays concerning the invention according to claim 3].

[0035] An invention concerning claim 8 is premised on an electrode plate for displays concerning the invention according to claim 1 to 7. The above-mentioned career high mobility thin film is constituted by indium oxide thin film which added a dopant zero to 3% of the weight, and a career high concentration thin film is constituted by indium oxide thin film which added a dopant 4% of the weight or more.

[0036] Although the transparent conducting film concerning this invention can constitute this from a bilayer film which comprises a career high mobility thin film and a career high concentration thin film of a monolayer respectively, The above-mentioned career high mobility thin film and a career high concentration thin film may be laminated by turns, a multilayer film of three or more layers may be constituted, and the above-mentioned transparent conducting film may consist of this multilayer film. When productivity is taken into consideration, about 2-6 layers are advantageous. The above-mentioned career high mobility thin film and a career high concentration thin film are used as a thin film (tens of Å - hundreds of Å), it is also possible to laminate this thin film by turns, to constitute a multilayer film of six or more layers, to set thickness of a career high mobility thin film below to the length of a mean free path of a career, and to raise the characteristic of a transparent electrode. Even if it is arbitrary about a crystal grain diameter of career high mobility thin films, such as this, and a career high concentration thin film and is 100 Å or less in fine particle diameter, it is possible to secure high carrier mobility and carrier concentration, but. It is desirable for an orientation direction [generally (222), it is easy to carry out orientation to a field or (400) a field] and a grating constant of a crystal

which constitute the above-mentioned career high mobility thin film and a career high concentration thin film to have gathered mutually. As for sum total thickness of these thin films, in order to secure etching fitness in the case of patterning, it is desirable that it is 300 nm or less.

[0037]Next, in an invention concerning claims 1-8, as a substrate used as a base material of a transparent electrode, glass, ceramics, a plastic film, a plastic board, etc. can be applied, and it may be colored black, white, or other colors. In order to improve heat dissipation nature and rigidity, it is also possible to use a substrate backed with a metal plate etc. A color filter layer which colors the transmitted light may be provided on a board which constitutes these substrates, or it may have composition which provided inorganic matter of this color filter layer, or an organic protective layer with this color filter layer. As such a color filter layer, A color filter layer of a pigment dispersion method formed in a photolitho process using coloring photoresist distributed in a photopolymer by using an organic color as a color material, A color filter layer etc. which were formed with printing methods, such as offset printing, intaglio offset printing, screen-stencil, and flexographic printing, can be illustrated.

[0038]

[Function]According to the invention concerning claims 1-8, it is constituted by the bilayer film or multilayer film of the high career high mobility thin film of carrier mobility, and a career high concentration thin film with high carrier concentration which the transparent electrode adjoined mutually and was laminated. In order that each thin film of the above-mentioned bilayer film or a multilayer film may act each other mutually, it becomes possible to decrease the specific resistance and sheet resistivity as a whole.

[0039]

[Example]With reference to drawings, the example of this invention is described in detail below.

[Example 1] As the electrode plate for displays concerning this example is shown in drawing 1, that principal part comprises the 0.7-mm-thick glass substrate (float blue plate provided with the undercoat layer of  $\text{SiO}_2$ ) 11, and the transparent electrode 12 provided on this glass substrate 11.

[0040]The career high concentration thin film 12a of 90 nm of thickness laminated one by one on the glass substrate 11 so that the above-mentioned transparent electrode 12 might adjoin mutually. It is constituted by three layer membranes of 280 nm of sum total thickness which comprises the career high mobility thin film 12b of 100 nm of thickness, and the career high concentration thin film 12c of 90 nm of thickness.

[0041]The above-mentioned career high concentration thin film 12a and the career high concentration thin film 12c are constituted by the thin film which used indium oxide as the main ingredients and in which 10% of the weight of tin oxide was added as a dopant in this indium oxide.

On the other hand, the above-mentioned career high mobility thin film 12b is constituted by the thin film which used indium oxide as the main ingredients and in which 0.3% of the weight of tin oxide was added as a dopant in this indium oxide.

And these thin films 12a, 12b, and 12c, After membranes are formed without all heating the glass substrate 11 by the magnetron sputtering method which uses an ITO target using the annealing method after low-temperature membrane formation, on the conditions of 200 °C to 1 hour, heating annealing processing is performed and it is formed.

[0042]And the carrier mobility, carrier concentration, specific resistance, and sheet resistivity were measured about the transparent electrode 12 which comprised these thin films 12a, 12b, and 12c.

[0043]As a result, as for  $48.6\text{-cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$  and carrier concentration,  $8.57 \times 10^{20}\text{cm}^{-3}$  and specific resistance of carrier mobility were  $1.50 \times 10^{-4}\text{ }\Omega\cdot\text{cm}$ , and sheet resistivity was  $5.4\text{ohm}/\square$ .

[0044]"Check" By comparing this result with said table 1, the fact of (1) - (3) was able to be checked below.

(1) The transparent electrode 12 concerning Example 1 which comprised the above-mentioned thin films 12a, 12b, and 12c, As compared with the thin film (refer to Table 1) in which tin oxide



was added 0.3% of the weight, that carrier mobility has the high carrier concentration of a low thing, and, for this reason, that specific resistance and sheet resistivity are set up remarkably low as a whole.

(2) The transparent electrode 12 concerning Example 1 which comprised the above-mentioned thin films 12a, 12b, and 12c, As compared with the thin film (refer to Table 1) in which tin oxide was added 10% of the weight, that carrier concentration has the high carrier mobility of a low thing, and, for this reason, that specific resistance and sheet resistivity are set up remarkably low as a whole.

(3) Even if it compares the transparent electrode 2 concerning Example 1 which comprised the above-mentioned thin films 12a, 12b, and 12c with which thin film (refer to Table 1) obtained when changing the addition of tin oxide in 0 to 10% of the weight of the range, specific resistance and sheet resistivity are set up remarkably low.

[Example 2] As the electrode plate for displays concerning this example is shown in drawing 2, that principal part comprises the 1.1-mm-thick glass substrate 21 and the transparent electrode 22 provided on this glass substrate 21.

[0045] The above-mentioned transparent electrode 22 is constituted by the two-layer film of 270 nm of sum total thickness which comprises the career high concentration thin film 22a of 180 nm of thickness laminated one by one, and the career high mobility thin film 22b of 90 nm of thickness on the glass substrate 21 so that it may adjoin mutually.

[0046] The above-mentioned career high concentration thin film 22a is constituted by the thin film which used indium oxide as the main ingredients and in which 10% of the weight of tin oxide was added as a dopant in this indium oxide. On the other hand, the above-mentioned career high mobility thin film 22b is constituted by the indium oxide thin film in which the dopant is not added. The thin film 22a is formed without heating the glass substrate 21 by the magnetron sputtering method which uses an ITO target using the annealing method after low-temperature membrane formation. On the other hand, the thin film 22b uses an indium oxide target, and membranes are formed, without heating the glass substrate 21 in the NSUPATTA atmosphere which introduced the comparatively larger oxygen gas considering argon gas as a base. Next, on the conditions of 200 °C to 1 hour, heating annealing processing is performed to these both thin films, and it is formed in them.

[0047] And the carrier mobility, carrier concentration, specific resistance, and sheet resistivity were measured about the transparent electrode 22 which comprised these thin films 22a and 22b.

[0048] As a result, as for  $41.5\text{-cm}^2/\text{V-sec}$  and carrier concentration,  $8.5 \times 10^{20}\text{cm}^{-3}$  and specific resistance of carrier mobility were  $1.77 \times 10^{-4}\text{ }\Omega\text{-cm}$ , and sheet resistivity was  $6.55\text{ohm}/\square$ .

[Example 3] As the electrode plate for displays concerning this example is shown in drawing 3, that principal part comprises the 0.7-mm-thick glass substrate (float blue plate provided with the undercoat layer of  $\text{SiO}_2$ ) 31, and the transparent electrode 32 provided on this glass substrate 31.

[0049] The above-mentioned transparent electrode 32 is constituted by the two-layer film of 270 nm of sum total thickness which comprises the career high mobility thin film 32b of 90 nm of thickness and the career high concentration thin film 32c of 180 nm of thickness which were laminated one by one on the glass substrate 31 so that it may adjoin mutually.

[0050] The above-mentioned career high mobility thin film 32b is constituted by the thin film in which 0.3% of the weight of zirconium oxide was added as a dopant in indium oxide. On the other hand, the above-mentioned career high concentration thin film 32c is constituted by the thin film which used indium oxide as the main ingredients and in which 10% of the weight of tin oxide was added as a dopant in this indium oxide. And after membranes are formed by each using the annealing method after low-temperature membrane formation, without heating the glass substrate 31 by a magnetron sputtering method, on the conditions of 220 °C to 1 hour, these thin films 32b and 32c perform heating annealing processing, and are formed.

[0051] And the carrier mobility, carrier concentration, specific resistance, and sheet resistivity were measured about the transparent electrode 32 which comprised these thin films 32b and

32c.

[0052] As a result, as for  $44.2\text{-cm}^2/\text{V-sec}$  and carrier concentration,  $9.9 \times 10^{20}\text{cm}^{-3}$  and specific resistance of carrier mobility were  $1.43 \times 10^{-4}\text{ ohm-cm}$ , and sheet resistivity was  $5.3\text{ohm/**}$ .

[Example 4] As a dopant, replaced the electrode plate for displays concerning this example with zirconium oxide, and oxidation hafnium was used for it, and it made those loadings 0.7 % of the weight, and also it is the same as that of Example 3.

[0053] As for the carrier mobility of the obtained transparent electrode,  $8.8 \times 10^{20}\text{cm}^{-3}$  and the specific resistance of  $39\text{-cm}^2/\text{V-sec}$  and carrier concentration were  $1.82 \times 10^{-4}\text{ ohm-cm}$ .

[Example 5] As a dopant, replaced the electrode plate for displays concerning this example with zirconium oxide, and titanium oxide was used for it, and it made those loadings 0.2 % of the weight, and also it is the same as that of Example 3.

[0054] The carrier mobility of the obtained transparent electrode, carrier concentration, and specific resistance were the same as that of the case of the above-mentioned Example 4, and abbreviation.

[0055]

[Effect of the Invention] According to the invention concerning claims 1-8, it is constituted by the bilayer film or multilayer film of the high career high mobility thin film of carrier mobility, and a career high concentration thin film with high carrier concentration which the transparent electrode adjoined mutually and was laminated, In order that each thin film of the above-mentioned bilayer film or a multilayer film may act each other mutually, it becomes possible to decrease the specific resistance and sheet resistivity as a whole.

[0056] Therefore, it has an effect which can form the transparent electrode which moreover has high conductivity with a thin film.

---

[Translation done.]

特開平8-43840

(43) 公開日 平成8年(1996)2月16日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1348				
H 0 1 B 5/14		A		
H 0 1 L 21/28		B		

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平6-194690	(71) 出願人	000003193 凸版印刷株式会社 東京都台東区台東1丁目5番1号
(22) 出願日	平成6年(1994)7月27日	(72) 発明者	福吉 健康 東京都台東区台東一丁目5番1号 凸版印刷株式会社内
		(72) 発明者	木村 幸弘 東京都台東区台東一丁目5番1号 凸版印刷株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 上田 孝三

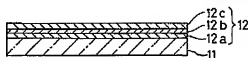
## (54) 【発明の名称】 表示装置用電極板

## (57) 【要約】

【目的】 高品質で広い画面のディスプレイに好適に利用される薄膜でしかも高い導電性を有する透明電極を備えた表示装置用電極板を提供すること。

【構成】 この表示装置用電極板は、ガラス基板11と、この上に酸化インジウムを主成分としこの酸化インジウム中にドーパントとして10重量%の酸化錫が添加されたキャリア高濃度薄膜12a及び12cと酸化インジウムを主成分としこの酸化インジウム中にドーパントとして0.3重量%の酸化錫が添加されたキャリア高移動度薄膜12bが互いに隣接して積層された3層膜から成る透明電極12とでその主要部が構成されている。そして、この透明電極12においては上記3層膜が相互に作用し合うため全体としてその抵抗抗及び面積抵抗を減少させることが可能になり、この結果、薄膜にも拘らず高い導電性が得られる。

11:ガラス基板  
12:透明電極  
12a:キャリア高濃度薄膜  
12b:キャリア高移動度薄膜  
12c:キャリア高濃度薄膜



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】透明導電膜により構成された透明電極を基板上に備える表示装置用電極板において、

上記透明導電膜が、互いに隣接して積層されたキャリア移動度の高いキャリア高移動度薄膜とキャリア濃度の高いキャリア高濃度薄膜の二層膜若しくは多層膜により構成されていることを特徴とする表示装置用電極板。

【請求項 2】上記キャリア高移動度薄膜のキャリア移動度が  $60 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$  以上であり、上記キャリア高濃度薄膜のキャリア濃度が  $9 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  以上であることを特徴とする請求項 1 記載の表示装置用電極板。

【請求項 3】上記透明導電膜が、ドーパントを添加した酸化インジウム薄膜により構成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の表示装置用電極板。

【請求項 4】上記ドーパントが酸化錫であることを特徴とする請求項 3 記載の表示装置用電極板。

【請求項 5】上記ドーパントが酸化ジルコニウムであることを特徴とする請求項 3 記載の表示装置用電極板。

【請求項 6】上記ドーパントが酸化ハフニウムであることを特徴とする請求項 3 記載の表示装置用電極板。

【請求項 7】上記ドーパントが酸化チタンであることを特徴とする請求項 3 記載の表示装置用電極板。

【請求項 8】上記キャリア高移動度薄膜がドーパントを 0～3 重量％添加した酸化インジウム薄膜により構成され、上記キャリア高濃度薄膜はドーパントを 4 重量％以上添加した酸化インジウム薄膜により構成されていることを特徴とする請求項 1～7 のいずれかに記載の表示装置用電極板。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、液晶ディスプレイや出力装置等に用いられる表示装置用電極板に係り、特に、薄膜でしかも高い導電性を有する透明電極を備えた表示装置用電極板の改良に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】ガラス、プラスチックフィルム等の基板上に可視光線を透過する透明電極が設けられた電極板は、液晶ディスプレイ等の各種表示装置の表示用電極やこの表示装置の表示画面から直接入力する入力装置に広く使用されている。

【0003】例えば、液晶が用いられたディスプレイ装置の透明電極板は、図 4 に示すようにガラス基板 a と、このガラス基板 a 上の画素部位に設けられ画素毎にその透過光を赤、緑、青にそれぞれ着色するカラーフィルタ層 b と、上記ガラス基板 a 上の画素と画素との間の部位（画素間部位）に設けられこの部位からの光透過を防止する遮光膜 c と、上記カラーフィルタ層 b の全面に設けられた保護層 d と、この保護層 d 上に成膜された透明電極 e と、この透明電極 e 上に成膜された配向膜 f とでその主要部が構成されている。そして、上記透明電極

e は所定のパターンにパターンニングされて形成された透明導電膜により構成されている。

【0004】この透明導電膜としては、その高い導電性に着目して、酸化インジウムの中にドーパントとして酸化錫を添加した ITO 薄膜が広く利用されており、その形成方法には 200℃ 以上の高温度で加熱されたガラス基板 a 上にスパッタリング法により真空成膜して形成する方法（基板加熱成膜法）と、150℃ 以下の低温に保持されたガラス基板 a 上にスパッタリング法により真空成膜した後加熱アニーリングして形成する方法（低温成膜後アニーリング法）とが知られている。

【0005】また、この ITO 薄膜のエッチング適性を改善するため、上記基板加熱成膜法を利用して ITO 薄膜と酸化インジウム薄膜とを成膜して多層構造の透明導電膜としたもの（特開平 4-58225 号公報）が知られている。

【0006】また、この他にも、酸化錫薄膜、この酸化錫に酸化アンチモンを添加して構成される薄膜（ネサ膜）、酸化亜鉛に酸化アルミニウムを添加して構成される薄膜等が知られているが、これらはいずれも上記 ITO 薄膜や多層構造の上記透明導電膜よりその導電性が劣り、また、酸やアルカリ等に対する耐薬品性あるいは耐水性等が不十分ため一般には普及していない。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記ディスプレイ装置や表示入力装置においては、近年、画素密度を増大させて緻密な画面を表示することが求められ、これに伴って上記透明電極/パターンの緻密化が要求されており、例えば 100  $\mu\text{m}$  程度のピッチで上記透明電極の端子部を構成することが要求されている。また、液晶ディスプレイ装置において基板に液晶駆動用 I 点が直接接続される方式（COG）においては、配線の引き回しが幅 20～50  $\mu\text{m}$  という細線となる部分があり、従来にない高度のエッチング加工適性が要求されている。

【0008】また、その一方で表示画面の大型化も求められており、このような大画面について上述したような緻密なパターンの透明電極を形成し、しかも液晶に充分な駆動電圧を印加できるようにするためには、上記透明電極として高い導電性を備えた透明導電膜を適用する必要があった。

【0009】この透明導電膜の導電性は、一般に面積抵抗（ $\Omega/\square$ ）で表され（面積抵抗は面積導電率の逆数である）、例えば、その値として 5  $\Omega/\square$  程度という低い面積抵抗が要求されている。尚、この面積抵抗は上述の比抵抗を透明導電膜の厚みで割った値で表される。

【0010】そして、上記透明導電膜の面積導電率は、導電率（導電率は上記比抵抗の逆数で表される）と膜厚との積で表され、この導電率  $\sigma$ （ $\Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ ）は、膜に含まれるキャリア（電子又は正孔）の持つ電荷  $e$ （クーロン）とこのキャリアの移動度  $\mu$ （ $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ ）及

びキャリアの濃度  $n$  ( $\text{cm}^{-3}$ ) の積で表現される。

\* \* 【0011】

$$\sigma \ (\Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}) = e \cdot \mu \cdot n$$

(1)

従って、この(1)式より上記透明導電膜の導電率を上させ、その比抵抗と面積抵抗とを低下させるためには、移動度  $\mu$  ( $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ ) 又はキャリアの濃度  $n$  ( $\text{cm}^{-3}$ ) のいずれか一方又は双方を増大せればよいわけである。

【0012】そして、上記透明導電膜として汎用されているITO薄膜においては、上述したように酸化錫が酸化インジウムのドーパントでありこのドーパントがキャリアである電子の生成に関与していることから、上記酸化錫の量を増加させればキャリアの濃度  $n$  ( $\text{cm}^{-3}$ ) が増大し、これに伴い導電率と面積導電率が增大して面積抵抗が減少すると予想される。

【0013】しかしながら、低温成膜後アニーリング法を利用して形成された膜厚280nmのITO薄膜について上記酸化錫の添加量を変化させてその比抵抗 ( $\Omega \cdot \text{cm}$ )、キャリア移動度  $\mu$  ( $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ )、キャリア濃度

濃度  $n$  ( $\text{cm}^{-3}$ )、及び、面積抵抗 ( $\Omega/\square$ ) を測定したところ、以下の表1に示すように酸化錫の添加量が5重量%を越えるとITO薄膜の比抵抗は略一定値(およそ  $2.4 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ ) になり、これ以上酸化錫の添加量を増加させても比抵抗の低下は見られなかった。この理由は不明であるが、In (インジウム) のイオン半径が約0.92オングストロームであるのに対しSn (錫) のイオン半径は約0.74オングストロームであり、両者のイオン半径の差が大きいことから添加される酸化錫の増加に伴って酸化インジウム結晶の歪みが大きくなるため、結晶欠陥が増加しこれに起因して上記移動度  $\mu$  ( $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ ) が低下しているものと推測される。

【0014】

【表1】

酸化錫添加量 (重量%)	キャリア濃度 ( $\text{cm}^{-3}$ )	キャリア移動度 ( $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ )	比抵抗 ( $\Omega \cdot \text{cm}$ )	面積抵抗 ( $\Omega/\square$ )
0	$2.38 \times 10^{20}$	96.1	$2.73 \times 10^{-4}$	9.75
0.3	$3.20 \times 10^{20}$	85.5	$2.28 \times 10^{-4}$	8.14
5.0	$7.43 \times 10^{20}$	34.2	$2.44 \times 10^{-4}$	8.71
7.5	$9.49 \times 10^{20}$	29.1	$2.26 \times 10^{-4}$	8.07
10.0	$9.51 \times 10^{20}$	27.1	$2.43 \times 10^{-4}$	8.68

【0015】そして、上述した結果から、酸化錫の濃度を変化させてもITO薄膜の比抵抗がおよそ  $2.4 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  より低下しないことから、 $5 \Omega/\square$  程度の面積抵抗を有するITO薄膜を得るためにはその膜厚を300nm以上に設定する必要がある。

【0016】しかし、STN (スーパー・ツイステッド・ネマティック) 液晶を使用する液晶ディスプレイ装置においては、図4に示したように透明電極e上に液晶を配向させるための配向膜fを設ける必要があり、上記ITO薄膜の膜厚を300nm程度に設定した場合、このITO薄膜をパターンニングして透明電極eを形成した際、このITO薄膜が存在する部位と存在しない部位と

で300nm程度の段差を生じこれに伴い配向膜f表面に300nm程度の凹凸が形成されてしまうため、ドメインと呼ばれる配向不良が生じ易くなる問題点があった。

【0017】尚、上記特開平4-58225号公報に記載された多層構造の透明導電膜は基板加熱成膜法を利用して形成されており、このため、表2に示すように酸化インジウム薄膜のキャリア移動度が小さく、 $1.5 \sim 2.0 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  程度の大きい比抵抗の薄膜しか得られない。

【0018】

【表2】

基板温度 (°C)	アニーリング温度 (°C)	キャリア濃度 ( $\text{cm}^{-3}$ )	キャリア移動度 ( $\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ )	比抵抗 ( $\Omega\cdot\text{cm}$ )
室温	220	$2.38 \times 10^{20}$	98.1	$2.73 \times 10^{-4}$
200	アニーリングなし	$1.13 \times 10^{20}$	27.3	$20.3 \times 10^{-4}$
220	アニーリングなし	$1.02 \times 10^{20}$	39.2	$15.6 \times 10^{-4}$

【0019】本発明はこのような問題点に着目してなされたもので、その課題とするところは、薄膜でしかも高い導電性を有する透明電極を備えた表示装置用電極板を提供することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】そこで、このような目的を達成するため本発明者等が鋭意研究を重ねたところ、以下のような技術的発見をなすに至った。すなわち、キャリア濃度  $n$  ( $\text{cm}^{-3}$ ) とキャリア移動度  $\mu$  ( $\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ ) が共に異なる2つの透明導電膜を互いに隣接するように積層して2層の透明電極を形成し、この2層透明電極の導電率について材料を変えて各々測定したところ、その一方の透明導電膜 (M) のキャリア移動度  $\mu_M$  ( $\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ ) が他方の透明導電膜 (C) のキャリア移動度  $\mu_C$  に比べて充分に大きく、かつ、他方の透明導電膜 (C) のキャリア濃度  $n_C$  ( $\text{cm}^{-3}$ ) が上記一方の透明導電膜 (M) のキャリア濃度  $n_M$  に比べて充分に大きい場合、透明電極全体の導電率  $\sigma'$  ( $\Omega^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) はそれぞれ透明導電膜単体の導電率  $\sigma = e \cdot \mu \cdot n$ 、及び、 $\sigma_c = e \cdot \mu_C \cdot n_C$  のいずれよりも大きくなり、しかも上記透明電極を2層以上の多層で構成した場合にも同様に大きくなることを発見することができた。

【0021】本発明はこのような技術的発見に基づきなされたものである。

【0022】すなわち請求項1に係る発明は、透明導電膜により構成された透明電極を基板上に備える表示装置用電極板を前提とし、上記透明導電膜が、互いに隣接して積層されたキャリア移動度の高いキャリア高移動度薄膜とキャリア濃度の高いキャリア高濃度薄膜の二層膜若しくは多層膜により構成されていることを特徴とするものである。

【0023】そして、この請求項1に係る表示装置用電極板によれば、その透明電極が互いに隣接して積層されたキャリア移動度の高いキャリア高移動度薄膜とキャリア濃度の高いキャリア高濃度薄膜の二層膜若しくは多層膜で構成されており、上記二層膜若しくは多層膜の各薄膜が相互に作用し合うため、全体としてその比抵抗及び面積抵抗を減少させることが可能になるものである。

【0024】次に、最近のディスプレイの高密度化に対応させて微密パターンの透明電極を形成するためには、

上記キャリア高移動度薄膜が  $60 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$  以上のキャリア移動度を有し、かつ、上記キャリア高濃度薄膜が  $9 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  以上のキャリア濃度を有することが望ましい。

【0025】請求項2に係る発明はこのような技術的理由からなされている。

【0026】すなわち、請求項2に係る発明は、請求項1記載の発明に係る表示装置用電極板を前提とし、上記キャリア高移動度薄膜のキャリア移動度が  $60 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$  以上であり、上記キャリア高濃度薄膜のキャリア濃度が  $9 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  以上であることを特徴とするものである。

【0027】ここで、請求項1又は2に係る発明においてキャリア高移動度薄膜としては、ドーパントが添加されていないか、あるいは微量のドーパントが添加された金属化合物によりこれを構成することができる。尚、このキャリア高移動度薄膜は上述の低温成膜後アニーリング法によって成膜することが好ましい。すなわち、基板加熱成膜法を利用して成膜した場合、キャリア移動度を増大させることが困難になるからである。

【0028】また、上記キャリア高濃度薄膜については、比較的大量のドーパントが添加された金属化合物によりこれを構成することができる。

【0029】そして、上記キャリア高移動度薄膜又はキャリア高濃度薄膜の主要部を構成する金属化合物としては、酸化インジウム、窒化チタン、窒化ジルコニウム、酸化亜鉛、酸化錫、酸化レニウム等の金属化合物が適用でき、好ましくは酸化インジウムである。

【0030】また、ドーパントとしては、上記金属化合物中の金属原子と価数の異なる金属の化合物が適用できる。例えば、上記金属化合物が酸化インジウムである場合には、このインジウム原子と価数の異なる錫、ジルコニウム、チタン、ゲルマニウム、鉛、アンチモン、ハフニウム、マグネシウム、スカンジウム、イットリウム、ランタン、セリウム、プラセオジウム、ネオジム、サマリウム、タリウム、ビスマス、バナジウム、ニオブ、タンタル等の金属の化合物が例示できる。そして、この金属の化合物の具体例としては、酸化錫、酸化ジルコニウム、酸化チタン、酸化ゲルマニウム、酸化鉛、酸化アンチモン、酸化ハフニウム、酸化マグネシウム酸化スカン

ジウム、酸化イットリウム、酸化ランタン、酸化セリウム、酸化プラセオジム、酸化ネオジム、酸化サマリウム、酸化タリウム、酸化ビスマス、酸化バナジウム、酸化ニオブ、酸化タンタル等の金属酸化物が挙げられる。尚、上記金属化合物が酸化インジウムである場合、この酸化インジウムに大量に添加してキャリア濃度を増加させた際にキャリア移動度の低下が比較的小さいドーパントとしては酸化錫を例示することができる。一方、上記酸化インジウムに微量添加することによりキャリア濃度の低下を生じさせ難いドーパントとしては、上記酸化錫の他、酸化ジルコニウム、酸化チタン、酸化ガリウム、酸化鉛、酸化アンチモン、酸化ハフニウム、酸化マグネシウム等を例示することができ、中でも酸化錫、酸化ジルコニウム、酸化ハフニウム、酸化チタンが好ましく適用できる。尚、このようなドーパントを添加しない金属化合物により上記キャリア高移動度薄膜を構成することも可能である。

【0031】そして、金属化合物を酸化インジウムとした場合、 $9 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  以上のキャリア濃度を得るためにはドーパントを4重量%以上添加する必要があり、他方、 $6.0 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$  以上のキャリア移動度を得るためにはドーパントを添加しないか、添加した場合であっても3重量%以下の微量に抑えることが望ましい。

【0032】請求項3～8に係る発明はこのような技術的理由に基づいてなされている。

【0033】すなわち請求項3に係る発明は、請求項1又は2記載の発明に係る表示装置用電極板を前提とし、上記透明導電膜が、ドーパントを添加した酸化インジウム薄膜により構成されていることを特徴としており、また、請求項4に係る発明は、請求項3記載の発明に係る表示装置用電極板を前提とし、上記ドーパントが酸化鉛であることを特徴とするものである。

【0034】一方、請求項5に係る発明は、請求項3記載の発明に係る表示装置用電極板を前提とし、上記ドーパントが酸化ジルコニウムであることを特徴としており、また、請求項6に係る発明は、請求項3記載の発明に係る表示装置用電極板を前提とし、上記ドーパントが酸化ハフニウムであることを特徴とするものである。また、請求項7に係る発明は、請求項3記載の発明に係る表示装置用電極板を前提とし、上記ドーパントが酸化チタンであることを特徴とするものである。

【0035】更に、請求項8に係る発明は、請求項1～7記載の発明に係る表示装置用電極板を前提とし、上記キャリア高移動度薄膜がドーパントを0～3重量%添加した酸化インジウム薄膜により構成され、キャリア高濃度薄膜はドーパントを4重量%以上添加した酸化インジウム薄膜により構成されていることを特徴とするものである。

【0036】尚、本発明に係る透明導電膜は、各々単層のキャリア高移動度薄膜とキャリア高濃度薄膜から成る

二層膜でこれを構成することができるが、上記キャリア高移動度薄膜とキャリア高濃度薄膜とを交互に積層して3層以上の多層膜を構成し、この多層膜で上記透明導電膜を構成してもよい。尚、生産性を考慮した場合には2～6層程度が有利である。また、上記キャリア高移動度薄膜とキャリア高濃度薄膜とを数百オングストローム～数百オングストロームの薄い膜とし、この薄い膜を交互に積層して6層以上の多層膜を構成してもよいし、キャリア高移動度薄膜の膜厚をキャリアの平均自由行程の長さ以下に設定して透明電極の特性を向上させることも可能である。尚、これ等キャリア高移動度薄膜とキャリア高濃度薄膜の結晶粒径については任意であり、百オングストローム以下の微小粒径であっても高いキャリア移動度やキャリア濃度を確保することが可能であるが、上記キャリア高移動度薄膜とキャリア高濃度薄膜を構成する結晶の配向方向（一般に(222)面又は(400)面に配向し易い）及び格子定数が互いに揃っていることが望ましい。また、パターン化の際のエッチング選性を確保するためこれら薄膜の合計厚みは300nm以下であることが望ましい。

【0037】次に、請求項1～8に係る発明において、透明電極の支持体となる基板としては、ガラス、セラミック、プラスチックフィルム、プラスチックボード等が適用でき、黒色、白色、あるいはその他の色に着色されたものであってもよい。また、放熱性や剛性を改善するために金属板等で裏打ちされた基板を使用することも可能である。また、これら基板を構成する板の上に透過光を着色するカラーフィルター層を設けたり、あるいはこのカラーフィルター層と共にこのカラーフィルター層の無機又は有機保護層を設けた構成にしてもよい。尚、このようなカラーフィルター層としては、有機原料を色材として感光性樹脂中に分散させた着色フォトリソグレイスを使用しフォトリソプロセスで形成した顔料分散方式のカラーフィルター層や、オフセット印刷、凹版オフセット印刷、スクリーン印刷、フレキソ印刷等の印刷方式で形成したカラーフィルター層等が例示できる。

【0038】

【作用】請求項1～8に係る発明によれば、その透明電極が互いに隣接して積層されたキャリア移動度の高いキャリア高移動度薄膜とキャリア濃度の高いキャリア高濃度薄膜の二層膜若しくは多層膜により構成されており、上記二層膜若しくは多層膜の各薄膜が相互に作用し合うため、全体としてその抵抗及び面積抵抗を減少させることが可能になる。

【0039】

【実施例】以下図面を参照して本発明の実施例について詳細に説明する。

【実施例1】この実施例に係る表示装置用電極板は、図1に示すように厚さ0.7mmのガラス基板(SiO<sub>2</sub>のアンダーコート層を備えるフット基板)11と、こ

のガラス基板11上に設けられた透明電極12とでその主要部が構成されている。

【0040】また、上記透明電極12は、互いに隣接するようにガラス基板11上に順次積層された膜厚90nmのキャリア高濃度薄膜12aと、膜厚100nmのキャリア高移動度薄膜12cから成る合計膜厚280nmの3層膜により構成されている。

【0041】尚、上記キャリア高濃度薄膜12aとキャリア高濃度薄膜12cは、酸化インジウムを主成分としこの酸化インジウム中にドーパントとして10重量%の酸化錫が添加された薄膜により構成されており、他方、上記キャリア高移動度薄膜12bは酸化インジウムを主成分としこの酸化インジウム中にドーパントとして0.3重量%の酸化錫が添加された薄膜により構成されている。そして、これらの薄膜12a、12b、12cは、いずれも低温成膜後アニーリング法を利用して、ITOターゲットを使用したマグネトロンスパッタ方式でガラス基板11を加熱することなく成膜された後、200℃  
-1時間の条件で加熱アニーリング処理を施して形成さ  
れている。

【0042】そして、これらの薄膜12a、12b、12cで構成された透明電極12について、そのキャリア移動度、キャリア濃度、比抵抗及び面積抵抗を測定した。

【0043】この結果、キャリア移動度は $4.8 \cdot \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ 、キャリア濃度は $8.57 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 、比抵抗は $1.50 \times 10^{-4} \cdot \Omega \cdot \text{cm}$ であり、面積抵抗は $5.4 \cdot \Omega/\square$ であった。

【0044】『確認』この結果を前記表1と比較することにより、以下(1)～(3)の事実を確認することができた。

(1) 上記薄膜12a、12b、12cで構成された実施例1に係る透明電極12は、酸化錫が0.3重量%添加された薄膜(表1参照)に比較してそのキャリア移動度は低いもののキャリア濃度が高く、このため、全体としてその比抵抗及び面積抵抗が著しく低く設定されている。

(2) 上記薄膜12a、12b、12cで構成された実施例1に係る透明電極12は、酸化錫が10重量%添加された薄膜(表1参照)に比較してそのキャリア濃度は低いもののキャリア移動度が高く、このため、全体としてその比抵抗及び面積抵抗が著しく低く設定されている。

(3) また、上記薄膜12a、12b、12cで構成された実施例1に係る透明電極12は、酸化錫の添加量を0～10重量%の範囲で変化した場合に得られるいずれの薄膜(表1参照)と比較しても、比抵抗及び面積抵抗が著しく低く設定されている。

【実施例2】この実施例に係る表示装置用電極板は、図

2に示すように厚さ1.1mmのガラス基板21と、このガラス基板21上に設けられた透明電極22とでその主要部が構成されている。

【0045】また、上記透明電極22は、互いに隣接するようにガラス基板21上に順次積層された膜厚180nmのキャリア高濃度薄膜22aと、膜厚20nmのキャリア高移動度薄膜22bから成る合計膜厚270nmの2層膜により構成されている。

【0046】尚、上記キャリア高濃度薄膜22aは酸化インジウムを主成分としこの酸化インジウム中にドーパントとして10重量%の酸化錫が添加された薄膜により構成されており、他方、上記キャリア高移動度薄膜22bはドーパントが添加されていない酸化インジウム薄膜により構成されている。また、薄膜22aは低温成膜後アニーリング法を利用して、ITOターゲットを使用したマグネトロンスパッタ方式でガラス基板21を加熱することなく成膜され、他方、薄膜22bは酸化インジウムターゲットを使用して、アルゴンガスをベースとして比較的めの酸素ガスを導入したスパッタ装置真空中でガラス基板21を加熱することなく成膜され、次にこれら両薄膜に200℃-1時間の条件で加熱アニーリング処理を施して形成されている。

【0047】そして、これらの薄膜22a、22bで構成された透明電極22について、そのキャリア移動度、キャリア濃度、比抵抗及び面積抵抗を測定した。

【0048】この結果、キャリア移動度は $4.1 \cdot \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ 、キャリア濃度は $8.5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 、比抵抗は $1.77 \times 10^{-4} \cdot \Omega \cdot \text{cm}$ であり、面積抵抗は $6.55 \cdot \Omega/\square$ であった。

【実施例3】この実施例に係る表示装置用電極板は、図3に示すように厚さ0.7mmのガラス基板( $\text{SiO}_2$ )のアンダーコート層を備えるフット基板31と、このガラス基板31上に設けられた透明電極32とでその主要部が構成されている。

【0049】また、上記透明電極32は、互いに隣接するようにガラス基板31上に順次積層された膜厚90nmのキャリア高移動度薄膜32bと膜厚180nmのキャリア高濃度薄膜32cとから成る合計膜厚270nmの2層膜により構成されている。

【0050】尚、上記キャリア高移動度薄膜32bは酸化インジウム中にドーパントとして0.3重量%の酸化ジルコニウムが添加された薄膜により構成されており、他方、上記キャリア高濃度薄膜32cは酸化インジウムを主成分としこの酸化インジウム中にドーパントとして10重量%の酸化錫が添加された薄膜により構成されている。そして、これらの薄膜32b、32cは、いずれも低温成膜後アニーリング法を利用して、マグネトロンスパッタ方式でガラス基板31を加熱することなく成膜された後、200℃-1時間の条件で加熱アニーリング処理を施して形成されている。



11

【0051】そして、これらの薄膜32b、32cで構成された透明電極32について、そのキャリア移動度、キャリア濃度、比抵抗及び面積抵抗を測定した。

【0052】この結果、キャリア移動度は $4.4 \cdot 2 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ 、キャリア濃度は $9.9 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 、比抵抗は $1.43 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ であり、面積抵抗は $5.3 \Omega/\square$ であった。

【実施例4】この実施例に係る表示装置用電極板は、ドーパントとして酸化ジルコニウムに代えて酸化ハフニウムを使用し、その配合量を0.7重量%とした他は実施例3と同様である。

【0053】得られた透明電極のキャリア移動度は $39 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ 、キャリア濃度は $8.8 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 、比抵抗は $1.82 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ であった。

【実施例5】この実施例に係る表示装置用電極板は、ドーパントとして酸化ジルコニウムに代えて酸化チタンを使用し、その配合量を0.2重量%とした他は実施例3と同様である。

【0054】得られた透明電極のキャリア移動度、キャリア濃度、比抵抗は上記実施例4の場合と同様であった。

【0055】

【発明の効果】請求項1〜8に係る発明によれば、その透明電極が互いに隣接して積層されたキャリア移動度の高いキャリア高移動度薄膜とキャリア濃度の高いキャリア高濃度薄膜の二層膜若しくは多層膜により構成されており、上記二層膜若しくは多層膜の各薄膜が相互に作用\*

\*し合うため、全体としてその比抵抗及び面積抵抗を減少させることが可能になる。

【0056】従って、薄膜でしかも高い導電性を有する透明電極を形成することができる効果を有している。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1に係る表示装置用電極板の断面説明図。

【図2】実施例2に係る表示装置用電極板の断面説明図。

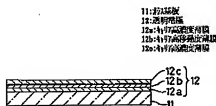
【図3】実施例3に係る表示装置用電極板の断面説明図。

【図4】従来における液晶ディスプレイの透明電極板の断面図。

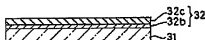
【符号の説明】

- 11 ガラス基板
- 12 透明電極
- 12a キャリア高濃度薄膜
- 12b キャリア高移動度薄膜
- 12c キャリア高濃度薄膜
- 21 ガラス基板
- 22 透明電極
- 22a キャリア高濃度薄膜
- 22b キャリア高移動度薄膜
- 31 ガラス基板
- 32 透明電極
- 32b キャリア高移動度薄膜
- 32c キャリア高濃度薄膜

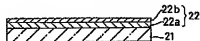
【図1】



【図3】



【図2】



【図4】

